

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09083808 A**

(43) Date of publication of application: **28.03.97**

(51) Int. Cl

H04N 1/41
H03M 7/40

(21) Application number: **07263671**

(71) Applicant: **RICOH CO LTD**

(22) Date of filing: **19.09.95**

(72) Inventor: **NOMIZU YASUYUKI**

(54) MULTI-VALUE IMAGE PROCESSING UNIT

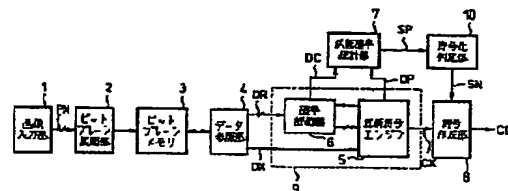
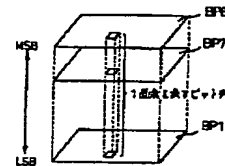
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct optimum coding processing in response to an image by controlling the number of bit planes coded depending on a type of an original image.

SOLUTION: Multi-value image data PX are received via an image input section 1 and fed to a bit plane expansion section 2 and the data are stored in a bit plane memory 3. A data reference section 4 gives data read from the memory 3 to a probability evaluation device 6, which discriminates each context and gives the result to a state probability statistic section 7. The statistic section 7 counts the number of times of incidence of minority and superiority symbols of each context, obtains the sum of number of times of incidence and provides an output to a coding discrimination section 10. A code generating section 8 generates multi-value coding data based on the discrimination of a discrimination section 10. When the original image is discriminated to be a character image, a bit plane of a most significant bit is used for code data and a coding compression rate is set higher. Furthermore, when the original image is discriminated to be a photographic

image, only the high-order bit plane is used for code data and the coding compression rate is increased.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-83808

(43) 公開日 平成9年(1997) 3月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/41			H 0 4 N 1/41	B C
H 0 3 M 7/40		9382-5K	H 0 3 M 7/40	

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平7-263671

(22) 出願日 平成7年(1995) 9月19日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 野水 泰之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

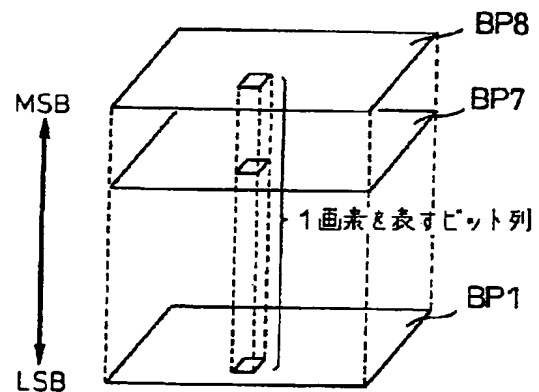
(74) 代理人 弁理士 紋田 誠

(54) 【発明の名称】 多値画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 画像の種類に応じて効率よく符号化できる多値画像処理装置を提供することを目的としている。

【解決手段】 原画像の種別に応じて符号化されるビットプレーン数を制御するので、画像に応じた最適な符号化処理を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1画素あたり複数ビットからなる白黒多値画像から、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、

上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態毎に、おのおのの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、

上記状態確率統計手段の統計結果に基づいて、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づいて符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたことを特徴とする多値画像処理装置。

【請求項2】 前記符号作成手段は、所定の上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、所定数の上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成することを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項3】 前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成することを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項4】 前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成することを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項5】 前記符号作成手段は、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンがランダム画像である場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項6】 前記符号作成手段は、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が小さい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項7】 前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項8】 前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項1記載の多値画像処理装置。

【請求項9】 複数の色成分で、かつ、1画素あたり複数ビットからなるカラー多値画像から、各色成分について、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、

上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態毎に、おのおのの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、上記状態確率統計手段の統計結果に基づき、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づいて各色成分について符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたことを特徴とする多値画像処理装置。

【請求項10】 複数の色成分で、かつ、1画素あたり複数ビットからなるカラー多値画像から、各色成分について、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、

上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態

毎に、おのおのの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、

最初に処理対象となる所定色成分の上記状態確率統計手段の統計結果に基づいて、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づき、各色成分について符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたことを特徴とする多値画像処理装置。

【請求項11】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の所定の上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、所定数の上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成することを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【請求項12】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成することを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【請求項13】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンがランダム画像である場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【請求項14】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が小さい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【請求項15】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データ

を作成しないことを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【請求項16】 前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないことを特徴とする請求項10記載の多値画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1画素あたり複数ビットからなる白黒多値画像から、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置、および、複数の色成分で、かつ、1画素あたり複数ビットからなるカラー多値画像から、各色成分について、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、データ通信やデータ処理の多様化に伴い、例えば、ファクシミリ装置などでやりとりしたり、あるいは、パーソナルコンピュータ装置で処理する文書として、1画素あたり複数ビットからなる白黒多階調画像、あるいは、複数の色成分からなるとともに1つの色成分が1画素あたり複数ビットからなるカラー多階調画像を用いたいという要請がある。

【0003】ここで、周知のように、画像データのデータ量は非常に大きいため、これをそのままの状態データ処理すると、例えば、蓄積するために必要な記憶装置の容量が膨大になったり、データ処理に要する時間が過大になったりするので、通常、画像データを符号化圧縮してデータ量を削減した状態で、データ通信したり蓄積している。とくに、白黒多階調画像やカラー多階調画像は、1画素あたりのビット数が多いので、より高能率に符号化圧縮できる符号化方式が要求されている。

【0004】例えば、白黒多階調画像を符号化圧縮するときには、1画素あたり複数ビットデータをそのままの状態で取り扱う符号化方式（いわゆるJPEG方式）と、白黒多階調画像で同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してビットプレーンを形成し、おのおの

のビットプレーン毎に二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮するいわゆるビットプレーン方式の符号化方式の2種類がある。後者の符号化方式では、二値符号化処理として、適宜な二値画像符号化方式、例えば、MH方式、MR方式、MMR方式、JBIG方式などが採用される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ここで、上述した前者の符号化方式では、人間の視覚特性を利用して画質を損なわない程度に原画の情報量を一部削減するいわゆるロッシー符号化方式であるため、再生画像における文字画像がぼやけたり、あるいは、符号化圧縮率を大きくすると再生画像の画質が極端に悪くなるという事情があり、また、後者の符号化方式では、白黒多階調画像を符号化圧縮するときの符号化圧縮率が前者の符号化方式に比べて若干劣るという事情がある。

【0006】本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであり、画像の種類に応じて効率よく符号化できる多値画像処理装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、1画素あたり複数ビットからなる白黒多値画像から、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態毎に、おのおのの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、上記状態確率統計手段の統計結果に基づいて、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づいて符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたものである。

【0008】また、前記符号作成手段は、所定の上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、所定数の上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成するものである。

【0009】また、前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成するものである。

【0010】また、前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、

最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成するものである。

【0011】また、前記符号作成手段は、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンがランダム画像である場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては符号データを作成しないものである。

【0012】また、前記符号作成手段は、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が小さい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0013】また、前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0014】また、前記符号作成手段は、最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのおののビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0015】また、複数の色成分で、かつ、1画素あたり複数ビットからなるカラー多値画像から、各色成分について、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのおののビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態毎に、おのおのの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、上記状態確率統計手段の統計結果に基づき、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づいて各色

成分について符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたものである。

【0016】また、複数の色成分で、かつ、1画素あたり複数ビットからなるカラー多値画像から、各色成分について、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してなるビットプレーンを形成するとともに、おのこのビットプレーンについて二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮する多値画像処理装置において、上記ビットプレーンについて算術符号化方法により二値化処理する算術符号化処理手段と、上記算術符号化処理手段の符号化処理時に判定した状態毎に、おのこの状態でのシンボル出現確率を収集して統計する状態確率統計手段と、最初に処理対象となる所定色成分の上記状態確率統計手段の統計結果に基づいて、処理対象の画像の内容を判定し、その判定結果に基づき、各色成分について符号データを作成するプレーン数を制御する符号作成手段を備えたものである。

【0017】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の所定の上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、所定数の上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成するものである。

【0018】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成するものである。

【0019】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットから最下位ビットに向かっておのこのビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンがランダム画像である場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0020】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットから最下位ビットに向かっておのこのビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が小さい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0021】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定

し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのこのビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0022】また、前記符号作成手段は、前記所定色成分の最上位ビットのビットプレーンに対応した統計結果にあらわれる劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定し、各色成分について、最上位ビットのビットプレーンの符号のみを作成する一方、最上位ビットから最下位ビットに向かっておのこのビットプレーンについて判定処理するとともに、判定対象のビットプレーンにおける劣勢シンボルの出現確率の偏差が大きい場合には、各色成分について、そのときに判定処理したビットプレーンよりも下位ビットのビットプレーンについては、符号データを作成しないものである。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0024】本実施例にかかる画像処理装置では、白黒多値画像を符号化圧縮するときには、同一ビット順位のビットデータを画素毎に取り出してビットプレーンを形成し、おのこのビットプレーン毎に二値符号化処理して、原画像を符号化圧縮するいわゆるビットプレーン方式の符号化方式を採用している。

【0025】例えば、1画素あたり8ビットの多値画像をビットプレーン方式で符号化するとき、図1に示すように、まず、8ビットの多値画像データから、その第8ビット(MSB)を取り出してビットプレーンBP8を形成し、第7ビットを取り出してビットプレーンBP7を形成し、以下、同様にして、第1ビット(LSB)のビットプレーンBP1まで形成する。

【0026】このようにして形成した各ビットのビットプレーンBP8～BP1は、二値画像データとして取り扱うことができる。本実施例では、二値画像データを高能率に圧縮する符号化方式として、いわゆるJBIG方式を用いている。

【0027】JBIG方式の符号化方式では、画像をマルコフモデルとみなし、その状態を認識した符号化を行う。すなわち、モデルテンプレートをを用いて、符号化対象となっている注目画素の周囲の複数の参照画素を抽出し、その抽出した複数の参照画素のビットパターン毎に、注目画素の状態を予測し、その予測確率に基づいて、QM-coder符号化処理を行うことで、二値画像データを符号化圧縮する。

【0028】ここで、QM-coder符号化方式の基

礎となっている算術符号について説明する。算術符号とは、0以上1未満（ $[0, 1)$ ）の数直線上の対応区間（2進小数で $[0.0\cdots 0, 0.1\cdots 1)$ ）を各シンボルの生起確率に応じて不等長に分割していき、対象シンボル系列に対応する部分区間に割り当て、再帰的に分割を繰り返していくことにより得られた区間内に含まれる点の座標を、少なくとも他の区間と区別できる2進小数で表現してそのまま符号とするものである。

【0029】例えば、符号化シンボル系列0100を対象とした2値算術符号化では、図2に示すような符号化が行われる。

【0030】同図において、例えば、第1シンボルの符号化時には、全区間が0と1のシンボルの生起確率の比にしたがってA(0)とA(1)に分割され、0の発生により区間A(0)が選択される。次に、第2シンボルの符号化のさいには、その状態における両シンボルの生起確率比によってA(0)がさらに分割され、発生シンボル系列に対応する区間としてA(01)が選択される。このような分割と選択の処理のくり返しにより符号化が進められる。

【0031】この算術符号はいわゆる非ブロック符号であり、とくに、上述した予測符号化方式のように状態番号（コンテキスト）に応じてシンボル（データの二値（白黒）状態）の出現確率が変化する場合は符号化に適しており、また、MH符号のようなランレングス符号に*

$$\begin{aligned} a &= A \times (1 - Q_e) & (a: \text{優勢シンボルの領域の大きさ}) \\ b &= A \times Q_e & (b: \text{劣勢シンボルの領域の大きさ}) \end{aligned} \quad (I)$$

【0036】ここで、最初のシンボルが0（優勢シンボル）であった場合には、aを新しいAとして、1（劣勢シンボル）であった場合には、bを新しいAとしてさらに分割を行なう。なお、符号化テーブルは、マルコフ状態の状態番号と、確率 Q_e との関係、および、再正規化処理発生時（後述）の状態推移のための情報などが組みになって記憶されている。

【0037】しかしながら、符号化時に乗算操作が行われることは装置規模の面でも演算速度の面でも不利であ*

$$\begin{aligned} a &= A - Q_e \\ b &= Q_e \end{aligned} \quad (II)$$

【0040】この近似に伴い、Aの値が0.75未満になったときには、Aが0.75以上1.5未満の値になるまでAを左にビットシフトして拡大する再正規化処理を行なう。この再正規化処理により、乗算を必要とする演算を減算で実現できるとともに、有限長レジスタを用いて演算を行なうことができる。また、再正規化処理を行なうと、そのときのマルコフ状態と、処理対象のシンボルの優勢／劣勢の区別に応じて、次のマルコフ状態に推移する。

【0041】優勢シンボルの符号化処理は、例えば、図3(a)に示すように行われ、また、劣勢シンボルの符号化処理は、例えば、同図(b)に示すように行われ

*比べて、符号器の規模や必要メモリ量などのハードウェアが小さくて済む、より高い効率が期待できる、および、適用符号化が容易であるという利点がある。

【0032】上述したQM-coderは、この算術符号化をより少ないハードウェア資源を用いて実現し、かつ、より高速な処理が可能にようにしたものである。なお、通常は、画像データを直接算術符号化するのではなく、予測符号化処理により画像データの各画素が劣勢シンボルであるのか、あるいは、優勢シンボルであるのかの判定を行なう前処理を行なう。ここで、劣勢シンボルとは、そのときのコンテキストでの発生確率のより低いシンボルをあらわし、優勢シンボルとは、そのときのコンテキストでの発生確率のより高いシンボルをあらわす。したがって、劣勢シンボルあるいは優勢シンボルが白画素または黒画素のいずれであるかは、そのコンテキストに応じて統計的に定められる。

【0033】次に、QM-coderの符号化／復号化アルゴリズムについて説明する。

【0034】符号化の初めでは、0以上1未満の数直線を考える。この数直線の区間をA、そのときのマルコフ状態（初期状態では、状態0）に対応した劣勢シンボルの発生確率を Q_e とすると、分割後の領域は、次式(I)であらわされる。

【0035】

※る。また、無限長のシンボル系列を符号化するさい、小さくなった領域を演算するためには無限長の演算用レジスタが必要となる。

【0038】そこで、QM-coderでは、分割後の新しいAが常に0.75以上1.5未満の大きさになるように操作して、Aを1に近似できるようにし、上述した式(I)を次式(II)で近似する。

【0039】

る。ここで、Cは符号をあらわし、その初期値は0である。

【0042】すなわち、優勢シンボルを符号化するときには、符号Cは変更せず（処理101）、領域Aの値をそのときのマルコフ状態に対応した確率 Q_e だけ小さい値に更新する（処理102）。このとき、領域Aの値が0.75よりも小さいかどうかを調べて（判断103）、判断103の結果がYESになるとときには、領域Aの値および符号Cを再正規化処理するとともに状態推移し（処理104）、1つの優勢シンボルの処理を終了する。また、判断103の結果がNOになるとときには、処理104を行わず、そのときのマルコフ状態を維持

する。

【0043】また、劣勢シンボルを符号化するときには、符号Cの値を(A-Qe)だけ増やして(処理201)、領域Aの値を確率Qeの値に更新し(処理202)、領域Aと符号Cを再正規化処理するとともに状態推移する(処理203)。

【0044】このときに生成した符号Cは、領域のもっとも下の部分を示す2進小数値に一致する。また、再正規化処理では、符号Cを領域Aと同じ桁数左シフトして拡大し、1を超えた部分の符号Cの値が、符号データとして出力される。

【0045】また、復号化処理の一例を図3(c)に示す。

【0046】まず、符号Cが値(A-Qe)よりも小さいかどうかを調べて(判断301)、判断301の結果がYESになるときには、復号化対象となっている注目画素を優勢シンボルとして判断し(処理302)、領域Aの値をそのときのマルコフ状態に対応した確率Qeだけ減じた値に更新する(処理303)。そして、更新した領域Aの値が0.75よりも小さくなったかどうかを調べて(判断304)、判断304の結果がYESになるときには、領域Aと符号Cを再正規化するとともにマルコフ状態を推移して(処理305)、この1つのシンボルの復号化処理を終了する。また、判断304の結果がNOになるときには、処理305を行わず、そのときのマルコフ状態を維持する。

【0047】また、判断301の結果がNOになるときには、注目画素を劣勢シンボルとして判断し(処理306)、符号Cの値を(A-Qe)だけ小さい値に更新するとともに(処理307)、領域Aを確率Qeの値に更新し(処理308)、領域Aと符号Cを再正規化するとともにマルコフ状態を推移して(処理309)、この1つのシンボルの復号化処理を終了する。

【0048】このようにして、QM-coderの符号化時では、優勢シンボルがあらわれたときには符号Cが変化しないととも、再正規化処理が行われる可能性が少なく、また、劣勢シンボルがあらわれると即再正規化処理が行われるとともに符号データが形成される。

【0049】したがって、劣勢シンボルの出現頻度が小さくなるように前処理である予測符号化処理を行なうと、符号化効率が向上するとともに、処理速度も向上する。

【0050】この予測符号化処理に用いる用いるテンプレートの一列を図4に示す。このテンプレートは、JBIG方式で基本(デフォルト)として用いられるいわゆるJBIGデフォルト3ラインテンプレートである。このテンプレートは、注目画素の周囲の10画素を参照画素として抽出するので、この場合、その参照画素のビットパターンに応じて1024個の状態(コンテキスト)が判定される。

【0051】図5は、本実施例に係るJBIG方式を適用して多値画像データを符号化圧縮する多値符号化装置の一例を示している。

【0052】同図において、画像入力部1を介して、例えば、8ビット幅の多値画像データPXが入力されて、ビットプレーン展開部2に加えられる。ビットプレーン展開部2は、多値画像データをビットプレーンに展開するものであり、おのおののビットプレーンのデータは、ビットプレーンメモリ3に記憶される。

【0053】データ参照部4は、符号化対象となっている注目画素のデータをビットプレーンメモリ3から読み出し、注目画素データDXとして算術符号エンジン5に出力するとともに、そのときの注目画素について所定のテンプレートを適用し、複数の参照画素のデータをビットプレーンメモリ3から読み出し、参照画素データDRとして確率評価器6に出力する。

【0054】確率評価器6は、入力した参照画素データDRに基づいて、コンテキストを判定し、おのおののコンテキストについて、劣勢シンボル(または優勢シンボル)の確率推定値、および、劣勢シンボル(または優勢シンボル)の種別を算術符号エンジン5に出力するとともに、そのときに判定して得たコンテキストの状態番号をあらわす状態番号データDCを状態確率統計部7に出力する。

【0055】算術符号エンジン5は、入力した注目画素データDX、劣勢シンボル(または優勢シンボル)の確率推定値、および、劣勢シンボル(または優勢シンボル)の種別に基づいて、上述した符号化処理を実行し、その結果得た符号データCXを符号作成部8に出力するとともに、そのときの注目画素データDXが劣勢シンボルであるか優勢シンボルであるかをあらわす画素種別データDPを状態確率統計部7に出力する。また、算術符号化エンジン5は、その符号化処理において再正規化処理が行われると、その旨を確率評価器6に通知する。

【0056】それにより、確率評価器6は、再正規化処理の実行に同期して、コンテキストの遷移を行い、確率評価状態を更新する。また、確率評価器6は、おのおののコンテキストについて、マルコフ状態値(確率推定値インデックスの値;7ビット)と、そのときの優勢シンボルが白/黒のいずれかをあらわす1ビットの計8ビットのデータを記憶している。

【0057】ここで、データ参照部4が用いるテンプレートは、図4に示したと同じJBIGデフォルト3ラインテンプレートを用いているので、注目画素Xについて、参照画素A~Jの10個の参照画素が抽出され、その抽出された参照画素の10ビットのデータが、参照画素データDRとして確率評価器6に出力される。

【0058】また、この場合には、確率評価器6は、1024個の各コンテキストについて、それぞれ8ビットデータ(確率推定値インデックスおよび優勢シンボルの

値)を記憶している。

【0059】この算術符号エンジン5と確率評価器6により、算術符号器9が構成されている。

【0060】また、状態確率統計部7は、ビットプレーン毎に、各コンテキストについて劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数を計数し、劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数の総和を算出し、その総和の値で劣勢シンボルの出現回数を割り算して、おのおののコンテキストについての劣勢シンボルの出現確率を算出するものであり、その算出結果は、状態確率統計データSPとしてビ

ットプレーン毎に符号化判定部10に出力される。

【0061】符号化判定部10は、状態確率統計部7より入力される状態確率統計データSPに基づき、符号化処理するビットプレーン数を判定するものであり、その判定結果は、符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力される。

【0062】符号作成部8は、符号化判定部10より加えられる符号化プレーン数データSNに基づき、符号化処理するプレーン数を判定し、算術符号器9から加えられる符号データCXに対応した多値符号データCDを形成するものであり、その多値符号データCDを次段装置に出力する。

【0063】ここで、符号作成部8が形成する多値符号データCDの一例を図6に示す。

【0064】多値符号データCDは、先頭に元の画像データPXのビット数に対応したビット精度情報(n ;この場合は「8」と、多値符号データCDに含まれる最上位ビットプレーンからの符号化プレーン数(m)をあらわすヘッダ情報に続き、最上位ビットプレーンを含み、最上位ビットプレーンから下位ビットプレーンに向

かった符号化プレーン数 m に対応した数のビットプレーン符号データを順次配列したものである。

【0065】さて、ここで、多値画像データの符号化ビットプレーン数と、復号して得られる再生画像の画質との関係について説明する。

【0066】一般的に、符号化するビットプレーン数が増えれば、復号後の再生画像の画質は良好になり、逆に、ビットプレーン数が少なければ、再生画像の画質は悪化するといえることができるが、しかし、画像の種類や画像の読取解像度等により、このようなビットプレーン数と再生画像の画質との関係が変化する。

【0067】例えば、写真画像ではビットプレーン数を少なくすると画質が低下するが、文字画像では画質はそれほど低下しない。これは、文字画像のようないわゆる二値画像では、基本的に中間調画像部分がなく、したがって、最上位ビットプレーンのデータがあれば、ほとんど画質劣化のない再生画像が得られるからである。

【0068】写真画像の場合に画像の階調数を考慮すると、階調数が多い画像ほどビットプレーン数を少なくしても画質低下が目立たなくなる傾向がある。これは、階

調数が多くなると、下位ビットプレーンの画像データはほとんどノイズ状の画像となり、原画像の特徴を保持しないためである。例えば、原画像データが8ビットの場合に、第6ビットプレーンの画像データがノイズ状の画像であった場合、符号化時には、第5ビットプレーン以下を欠落させ、上位の3ビットのみビットプレーンデータを作成する一方、再生時には、第6ビットプレーンの画像データを第5ビットプレーン以下のビットプレーンに繰り返し配置すると、画質劣化があまり見られない再生画像を得ることができる。

【0069】したがって、原画像が文字画像の場合には、最上位ビットプレーンのみを含む符号データを形成すればよく、また、原画像が写真画像の場合には、画像がノイズ状の画像に変化したビットプレーンを含む上位ビットのビットプレーンのみを含む符号データを形成すればよい。

【0070】なお、原画像の画像データのビット数と符号化すべきビットプレーン数との関係を、例えば、ビット数に応じて一義的に決定することも考えられるが、画像を読み取り入力するスキャナ等の原稿読取手段の読取性能等(MTF特性、 γ 補正特性等)により、このビット数とビットプレーン数との関係が左右されるので、実際に処理対象となっている画像データの特性に基づいて、ビットプレーン数を判定することが好ましい。

【0071】次に、多値画像データに基づいて原画像が文字画像であるか写真画像であるかを判定するための判定方法について説明する。

【0072】本発明者の実験によれば、写真画像においては各状態番号について劣勢シンボルの出現確率のばらつきが大きく、逆に、文字画像においては各状態番号について劣勢シンボルの出現確率のばらつきが小さくなることが確認できている。

【0073】したがって、各状態番号についての劣勢シンボルの出現確率のばらつき(偏差)を算出し、その偏差の値が一定値よりも大きい場合には原画像が写真画像であると判断でき、偏差の値が所定値以下の場合には原画像が文字画像であると判断できる。

【0074】図7は、かかる判定方法を適用する場合の符号化判定部10の処理の一例を示している。

【0075】まず、符号化するビットプレーン数を計数するためのカウンタ i を0に初期設定し(処理401)、状態確率統計部7より1ビットプレーン分の状態確率統計データSPを入力し(処理402)、カウンタ i の値をインクリメントする(処理403)。

【0076】そして、各状態番号について劣勢シンボルの出現確率の平均値 P_m を算出するとともに(処理404)、各状態番号について劣勢シンボルの出現確率の偏差 δ (例えば、標準偏差等)を算出する(処理405)。

【0077】次いで、算出した偏差 δ の値が、所定値 K

Aよりも大きくなっているかどうかを調べる(判断406)。判断406の結果がNOになるときは、このときの原画像が文字画像であると判定し(処理407)、そのときのカウンタ*i*の値を符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力する(処理408)。

【0078】また、判断406の結果がYESになるときは、平均値P_mの値が所定値KBよりも大きくなっているかどうかを調べる(判断409)。判断409の結果がYESになるときは、劣勢シンボルの出現確率が全ての状態番号についてある程度の値になっている場合であり、すなわち、このときに処理対象となっているビットプレーンの画像がノイズ状になっていると判断できる。

【0079】したがって、判断409の結果がYESになるときは、そのときの処理対象のビットプレーンの画像がノイズ画像であると判定し(処理410)、そのときのカウンタ*i*の値を符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力する(処理411)。

【0080】判断409の結果がNOになるときは、そのときに処理対象となっているビットプレーンの画像データが有意な内容であると判定し、全てのビットプレーンについての処理が終了したかどうかを調べる(判断412)。判断412の結果がNOになるときは、処理402に戻り、次のビットプレーンについての判定処理を実行する。また、判断412の結果がYESになるときは、処理411に進み、そのときのカウンタ*i*の値(=n)を符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力する。

【0081】したがって、本実施例では、原画像が文字画像であると判定できたときには、最上位ビットのビットプレーンのみを符号データとして作成するので、文字画像の符号化圧縮率が非常に大きくなる。

【0082】また、原画像が写真画像であると判定できたときには、画像の内容がノイズ状になるまでの上位ビットプレーンのみを符号データとして作成し、符号化効率の悪いノイズ状の下位ビットプレーンの符号データを作成しないので、符号化圧縮率を大幅に向上することができる。

【0083】このようにして、本実施例では、原画像の画像種別に応じて、最適な符号化処理を実行することができる。

【0084】ところで、多値画像データに基づいて原画像が文字画像であるか写真画像であるかを判定する方法について、本発明者の別の実験によれば、文字画像においては、文字部分と下地部分とに画像の内容が大きく分かれるため、それらをあらわす1つ以上の特定の状態番号について劣勢シンボルの出現確率が非常に小さくなることが確認できている。ここで、特定の状態番号とは、縦線または横線をあらわすビットパターンに対応した状態番号である。

【0085】したがって、その特定状態番号について劣勢シンボルの出現確率の平均値を算出し、その平均値の値が所定値よりも大きくなっている場合には原画像が文字画像であると判断でき、その平均値の値が所定値以上になっている場合には原画像が写真画像であると判断することができる。

【0086】図8は、かかる判定方法を適用する場合の符号化判定部10の処理の他の例を示している。

【0087】まず、符号化するビットプレーン数を計数するためのカウンタ*i*を0に初期設定し(処理501)、状態確率統計部7より1ビットプレーン分の状態確率統計データSPを入力し(処理502)、カウンタ*i*の値をインクリメントする(処理503)。

【0088】そして、上述した特定の各状態番号について劣勢シンボルの出現確率を取り出して(処理504)、その取り出した出現確率の平均値Q_mを算出し(処理505)、その平均値Q_mの値が所定値KCよりも大きいかどうかを調べる(判断506)。

【0089】判断506の結果がYESになるときは、このときの原画像が文字画像であると判定し(処理507)、そのときのカウンタ*i*の値(=1)を符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力する(処理508)。

【0090】また、判断506の結果がNOになるときは、状態確率統計部7より次の1ビットプレーン分の状態確率統計データSPを入力し(処理509)、カウンタ*i*の値をインクリメントする(処理510)。

【0091】そして、各状態番号について劣勢シンボルの出現確率の平均値P_mを算出するとともに(処理511)、各状態番号について劣勢シンボルの出現確率の偏差δ(例えば、標準偏差等)を算出する(処理512)。

【0092】次いで、算出した偏差δの値が、所定値KA以下になっているかどうかを調べる(判断513)。判断513の結果がYESになるときは、平均値P_mの値が所定値KBよりも大きくなっているかどうかを調べる(判断514)。判断514の結果がYESになるときは、上述したと同様の理由により、そのときの処理対象のビットプレーンの画像がノイズ画像であると判定し(処理515)、そのときのカウンタ*i*の値を符号化プレーン数データSNとして符号作成部8に出力する(処理516)。

【0093】判断513の結果がNOになるとき、および、判断514の結果がNOになるときは、全てのビットプレーンについての処理が終了したかどうかを調べ(判断517)、判断517の結果がNOになるときは、処理509に戻り、次のビットプレーンについての判定処理を実行する。また、判断517の結果がYESになるときは、処理516に進み、そのときのカウンタ*i*の値(=n)を符号化プレーン数データSNとして

符号作成部 8 に出力する。

【0094】したがって、本実施例では、原画像が文字画像であると判定できたときには、最上位ビットのビットプレーンのみを符号データとして作成するので、文字画像の符号化圧縮率が非常に大きくなる。

【0095】また、原画像が写真画像であると判定できたときには、画像の内容がノイズ状になるまでの上位ビットプレーンのみを符号データとして作成し、符号化効率の悪いノイズ状の下位ビットプレーンの符号データを作成しないので、符号化圧縮率を大幅に向上することができる。

【0096】このようにして、本実施例では、原画像の画像種別に応じて、最適な符号化処理を実行することができる。

【0097】図 9 は、多値符号データ CD を復号化する多値復号化装置の一例を示している。

【0098】同図において、算術復号器 15 は、処理対象の多値符号データ CD に基づいて、各ビットプレーンの符号データを、最上位ビットプレーンから下位ビットプレーンに向かってビットプレーン単位に算術復号処理するものであり、その算術復号処理により得られたビットプレーン画像データ CDx は、ビットプレーンデータ作成部 16 に加えられている。また、算術復号器 15 は、多値符号データ CD の先頭に付加されているヘッダ情報を抽出し、その抽出したヘッダ情報 HDn をビットプレーンデータ作成部 16 に出力する。

【0099】ビットプレーンデータ作成部 16 は、ヘッダ情報 HDn に基づき、入力されるビットプレーン画像データ CDx の元の画像のビット精度 n と、符号データに含まれる符号化プレーン数 m を認識し、算術復号器 15 から最上位ビットプレーンよりビットプレーン単位に順次加えられるビットプレーン画像データ CDx を、それぞれ第 8 ビットプレーンデータ、第 7 ビットプレーンデータ、第 6 ビットプレーンデータ…としてビットプレーンメモリ 17 の対応するビットプレーンに保存するとともに、最後に入力されたビットプレーンデータを、算術復号器 15 から入力しなかったビットプレーンのビットプレーンデータとして、繰り返しビットプレーンメモリ 17 に保存するものである。

【0100】例えば、ビット精度 n の値が「8」で、符号化プレーン数 m の値が「3」の場合、この場合には、算術復号器 15 からは、第 8 ビットプレーン、第 7 ビットプレーンおよび第 6 ビットプレーンについて、順次ビットプレーン画像データ CDx が入力される。

【0101】したがって、ビットプレーンデータ作成部 16 は、第 8 ビットプレーン、第 7 ビットプレーンおよび第 6 ビットプレーンについては、おのおのに対応したビットプレーン画像データ CDx が算術復号器 15 から入力されるので、その入力されるビットプレーン画像データ CDx を、それぞれ対応するビットプレーンのビッ

トプレーンメモリ 17 に保存する。

【0102】また、算術復号器 15 から入力されない第 5 ビットプレーン、第 4 ビットプレーン、第 3 ビットプレーン、第 2 ビットプレーン、および、第 1 ビットプレーンの 5 つのビットプレーンについては、算術復号器 15 から最後に入力した第 6 ビットプレーンのビットプレーン画像データ CDx を、それらの 5 つのビットプレーンのデータとして、ビットプレーンメモリ 17 に保存する。

【0103】データ出力部 18 は、ビットプレーンメモリ 17 に記憶されている第 8 ビットプレーン～第 1 ビットプレーンのビットプレーン画像データ CDx について、順次各画素の画像データを抽出し、同一画素位置の 8 ビットのデータをまとめて多値画像データ PD を形成するものであり、その多値画像データ PD は、次段装置に出力される。

【0104】ところで、上述した実施例では、白黒画像を多値画像データとして読み取ったときの多値画像データを処理する場合について説明したが、本発明は、カラー画像を多値画像データとして読み取った場合についても同様にして適用することができる。

【0105】図 10 は、本発明のさらに他の実施例にかかるカラー多値画像データのカラー多値画像符号化装置の一例を示している。この場合、符号化対象となっているカラー多階調画像は、RGB 3 原色の色成分をもち、おのおのの色成分について 1 画素あたり 8 ビットのビット深度をもつものである。なお、同図において図 5 と同一部分および相当する部分には、同一符号または関連する符号を付している。

【0106】同図において、カラー画像入力部 20 を介して入力された 24 ビットのカラー多階調画像データ PXc は、色成分分解部 21 に加えられている。色成分分解部 21 は、カラー多階調画像データ PXc を 8 ビットの R 成分の R 多階調画像データ PXr、8 ビットの G 成分の G 多階調画像データ PXg、および、8 ビットの B 成分の B 多階調画像データ PXb に分解するものであり、R 多階調画像データ PXr、G 多階調画像データ PXg、および、B 多階調画像データ PXb は、それぞれビットプレーン展開部 2r、2g、2b に加えられている。

【0107】ビットプレーン展開部 2r は、R 多値画像データ PXr をビットプレーンに展開するものであり、おのおののビットプレーンのデータは、ビットプレーンメモリ 3r に記憶される。

【0108】ビットプレーン展開部 2g は、G 多値画像データ PXg をビットプレーンに展開するものであり、おのおののビットプレーンのデータは、ビットプレーンメモリ 3g に記憶される。

【0109】ビットプレーン展開部 2b は、B 多値画像データ PXb をビットプレーンに展開するものであり、

おのおののビットプレーンのデータは、ビットプレーンメモリ3bに記憶される。

【0110】データ参照部4rは、符号化対象となっている注目画素のデータをビットプレーンメモリ3rから読み出し、注目画素データDXrとして算術符号器9rの算術符号エンジン（図示略；図5参照）に出力するとともに、そのときの注目画素について所定のテンプレートを適用し、複数の参照画素のデータをビットプレーンメモリ3rから読み出し、参照画素データDRrとして算術符号器9rの確率評価器（図示略；図5参照）に出力する。

【0111】データ参照部4gは、符号化対象となっている注目画素のデータをビットプレーンメモリ3gから読み出し、注目画素データDXgとして算術符号器9gの算術符号エンジン（図示略；図5参照）に出力するとともに、そのときの注目画素について所定のテンプレートを適用し、複数の参照画素のデータをビットプレーンメモリ3gから読み出し、参照画素データDRgとして算術符号器9gの確率評価器（図示略；図5参照）に出力する。

【0112】データ参照部4bは、符号化対象となっている注目画素のデータをビットプレーンメモリ3bから読み出し、注目画素データDXbとして算術符号器9bの算術符号エンジン（図示略；図5参照）に出力するとともに、そのときの注目画素について所定のテンプレートを適用し、複数の参照画素のデータをビットプレーンメモリ3bから読み出し、参照画素データDRbとして算術符号器9bの確率評価器（図示略；図5参照）に出力する。

【0113】算術符号器9rにおいて、確率評価器は、入力した参照画素データDRrに基づいて、コンテキストを判定し、おのおののコンテキストについて、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の確率推定値、および、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の種別を算術符号エンジンに出力するとともに、そのときに判定して得たコンテキストの状態番号をあらわす状態番号データDCを状態確率統計部7に出力する。

【0114】算術符号器9rにおいて、算術符号エンジンは、入力した注目画素データDXr、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の確率推定値、および、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の種別に基づいて、上述した符号化処理を実行し、その結果得た符号データをR成分符号データCXrとして符号作成部22に出力するとともに、そのときの注目画素データDXrが劣勢シンボルであるか優勢シンボルであるかをあらわす画素種別データDPを状態確率統計部7に出力する。

【0115】ここで、データ参照部4r、4g、4bが用いるテンプレートは、図4に示したと同じJBIGデフォルト3ラインテンプレートをを用いているので、注目画素Xについて、参照画素A～Jの10個の参照画素が

抽出され、その抽出された参照画素の10ビットのデータが、参照画素データDRr、DRg、DRbとしてそれぞれ算術符号器9r、9g、9bに出力される。

【0116】算術符号器9gは、入力される注目画素データDXgおよび参照画素データDRgに基づき、上述した算術符号化処理を実行し、それによって得た符号データをG成分符号データCXgとして符号作成部22に出力する。

【0117】算術符号器9bは、入力される注目画素データDXbおよび参照画素データDRbに基づき、上述した算術符号化処理を実行し、それによって得た符号データをB成分符号データCXbとして符号作成部22に出力する。

【0118】状態確率統計部7は、ビットプレーン毎に、各コンテキストについて劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数を計数し、劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数の総和を算出し、その総和の値で劣勢シンボルの出現回数を割り算して、おのおののコンテキストについての劣勢シンボルの出現確率を算出するものであり、その算出結果は、状態確率統計データSPとしてビットプレーン毎に符号化判定部10に出力される。

【0119】符号化判定部10は、状態確率統計部7より入力される状態確率統計データSPに基づき、符号化処理するビットプレーン数を判定するものであり、その判定結果は、符号化プレーン数データSNとして符号作成部22に出力される。

【0120】符号作成部22は、符号化判定部10より加えられる符号化プレーン数データSNに基づき、符号化処理するプレーン数を判定し、算術符号器9r、9g、9bから加えられる符号データCXr、CXg、CXbに対応したカラー多値符号データCDcを形成するものであり、そのカラー多値符号データCDcを次段装置に出力する。

【0121】ここで、符号作成部22が形成するカラー多値符号データCDcの一例を図11(a)、(b)に示す。

【0122】カラー多値符号データCDcは、同図(a)に示すように、先頭に元の画像データPXcのビット数に対応したビット精度情報(n；この場合は「8」と、色成分数(この場合は「3」と、カラー多値符号データCDcに含まれる最上位ビットプレーンからの符号化プレーン数(m)をあらわすヘッダ情報に続き、各色成分の符号データを順次配置したものである。

【0123】また、おのおのの色成分の符号データは、同図(b)に示すように、最上位ビットプレーンを含み、最上位ビットプレーンから下位ビットプレーンに向かった符号化プレーン数mに対応した数のビットプレーン符号データを順次配列したものである。

【0124】図12は、カラー多値符号データCDcを

復号化するカラー多値画像復号化装置の一例を示している。

【0125】同図において、カラー多値符号データCDcは、符号分配部25に加えられ、符号分配部25は、カラー多値符号データCDcに含まれるR成分の多値符号データCDr、G成分の多値符号データCDg、および、B成分の多値符号データCDbを抽出して、おのこの多値符号データCDr、CDg、CDgを、最上位ビットプレーンから下位ビットプレーンに向かってビットプレーン順序に算術復号器15r、15g、15bにそれぞれ出力する。また、符号分配部25は、カラー多値符号データCDcのヘッダ情報のうち、ビット精度情報nおよび符号化ビットプレーン数mからなる参照情報SSaをビットプレーンデータ作成部16r、16g、16bにそれぞれ出力する。

【0126】算術復号器15rは、処理対象の多値符号データCDrに基づいて、各ビットプレーンの符号データを、ビットプレーン単位に算術復号処理するものであり、その算術復号処理により得られたビットプレーン画像データXD rは、ビットプレーンデータ作成部16r

【0127】算術復号器15gは、処理対象の多値符号データCDgに基づいて、各ビットプレーンの符号データを、ビットプレーン単位に算術復号処理するものであり、その算術復号処理により得られたビットプレーン画像データXC gは、ビットプレーンデータ作成部16g

【0128】算術復号器15bは、処理対象の多値符号データCDbに基づいて、各ビットプレーンの符号データを、ビットプレーン単位に算術復号処理するものであり、その算術復号処理により得られたビットプレーン画像データXC bは、ビットプレーンデータ作成部16b

【0129】ビットプレーンデータ作成部16rは、参照情報SSaに基づき、入力されるビットプレーン画像データXC rの元の画像のビット精度nと、符号データに含まれる符号化プレーン数mを認識し、算術復号器15rから最上位ビットプレーンよりビットプレーン単位に順次加えられるビットプレーン画像データXC rを、それぞれ第8ビットプレーンデータ、第7ビットプレーンデータ、第6ビットプレーンデータ…としてビットプレーンメモリ17の対応するビットプレーンに保存するとともに、最後に入力されたビットプレーンデータを、算術復号器15rから入力しなかったビットプレーンのビットプレーンデータとして、繰り返しビットプレーンメモリ17rに保存するものである。

【0130】例えば、ビット精度nの値が「8」で、符号化プレーン数mの値が「3」の場合、この場合には、算術復号器15rからは、第8ビットプレーン、第7ビットプレーンおよび第6ビットプレーンについて、順次

ビットプレーン画像データXC rが入力される。

【0131】したがって、ビットプレーンデータ作成部16rは、第8ビットプレーン、第7ビットプレーンおよび第6ビットプレーンについては、おのこの対応したビットプレーン画像データXC rが算術復号器15から入力されるので、その入力されるビットプレーン画像データXC rを、それぞれ対応するビットプレーンのビットプレーンメモリ17rに保存する。

【0132】また、算術復号器15rから入力されない第5ビットプレーン、第4ビットプレーン、第3ビットプレーン、第2ビットプレーン、および、第1ビットプレーンの5つのビットプレーンについては、算術復号器15rから最後に入力した第6ビットプレーンのビットプレーン画像データXC rを、それらの5つのビットプレーンのデータとして、ビットプレーンメモリ17rに保存する。

【0133】ビットプレーンデータ作成部16gは、参照情報SSaに基づき、入力されるビットプレーン画像データXC gの元の画像のビット精度nと、符号データに含まれる符号化プレーン数mを認識し、算術復号器15rから最上位ビットプレーンよりビットプレーン単位に順次加えられるビットプレーン画像データXC gを、それぞれ第8ビットプレーンデータ、第7ビットプレーンデータ、第6ビットプレーンデータ…としてビットプレーンメモリ17の対応するビットプレーンに保存するとともに、最後に入力されたビットプレーンデータを、算術復号器15gから入力しなかったビットプレーンのビットプレーンデータとして、繰り返しビットプレーンメモリ17gに保存するものである。

【0134】ビットプレーンデータ作成部16bは、参照情報SSaに基づき、入力されるビットプレーン画像データXC bの元の画像のビット精度nと、符号データに含まれる符号化プレーン数mを認識し、算術復号器15bから最上位ビットプレーンよりビットプレーン単位に順次加えられるビットプレーン画像データXC bを、それぞれ第8ビットプレーンデータ、第7ビットプレーンデータ、第6ビットプレーンデータ…としてビットプレーンメモリ17の対応するビットプレーンに保存するとともに、最後に入力されたビットプレーンデータを、算術復号器15bから入力しなかったビットプレーンのビットプレーンデータとして、繰り返しビットプレーンメモリ17bに保存するものである。

【0135】データ出力部26は、ビットプレーンメモリ17rに記憶されている第8ビットプレーン～第1ビットプレーンのビットプレーン画像データXC r、ビットプレーンメモリ17gに記憶されている第8ビットプレーン～第1ビットプレーンのビットプレーン画像データXC g、および、ビットプレーンメモリ17bに記憶されている第8ビットプレーン～第1ビットプレーンのビットプレーン画像データXC bについて、順次各色成

分毎に各画素の画像データを抽出し、同一画素位置の3つの色成分の8ビットのデータをまとめてカラー多値画像データPDcを形成するものであり、そのカラー多値画像データPDcは、次段装置に出力される。

【0136】このようにして、本実施例では、カラー多値画像データを符号化するとき、その画像の内容に応じたビットプレーン数の符号データを形成しているのので、画像に応じた符号化圧縮率の高い符号化処理を実現することができる。

【0137】ところで、上述した実施例では、3つの色成分についての符号化手段をそれぞれ別系統に備えていたが、おのおのの系統で共通する部分をそれぞれの色成分で共用することもでき、その場合の符号化ユニットの一例を図13に示す。なお、同図において、図5および図10と同一部分および相当する部分には、同一符号を付している。

【0138】同図において、カラー画像入力部20を介して入力された24ビットのカラー多階調画像データPXcは、色成分分解部28に加えられている。色成分分解部28は、カラー多階調画像データPXcを8ビットのR成分のR多階調画像データPXr、8ビットのG成分のG多階調画像データPXg、および、8ビットのB成分のB多階調画像データPXbに分解するとともに、R多階調画像データPXr、G多階調画像データPXg、および、B多階調画像データPXbを、順次色成分単位にビットプレーン展開部29に加える。

【0139】ビットプレーン展開部29は、色成分分解部28より順次加えられるR多階調画像データPXr、G多階調画像データPXg、および、B多階調画像データPXbについて、それぞれの色成分毎にビットプレーンに展開するものであり、おのおののビットプレーンのデータは、ビットプレーンメモリ3に記憶される。

【0140】データ参照部4は、符号化対象となっている注目画素のデータをビットプレーンメモリ3から読み出し、注目画素データDXとして算術符号器9の算術符号エンジン（図示略；図5参照）に出力するとともに、そのときの注目画素について所定のテンプレートを適用し、複数の参照画素のデータをビットプレーンメモリ3から読み出し、参照画素データDRとして算術符号器9の確率評価器（図示略；図5参照）に出力する。

【0141】算術符号器9において、確率評価器は、入力した参照画素データDRに基づいて、コンテキストを判定し、おのおののコンテキストについて、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の確率推定値、および、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の種別を算術符号エンジンに出力するとともに、R成分処理中には、そのときに判定して得たコンテキストの状態番号をあらわす状態番号データDCを状態確率統計部7に出力する。

【0142】算術符号器9において、算術符号エンジンは、入力した注目画素データDX、劣勢シンボル（また

は優勢シンボル）の確率推定値、および、劣勢シンボル（または優勢シンボル）の種別に基づいて、上述した符号化処理を実行し、その結果得た符号データを符号データCXとして符号作成部30に出力するとともに、R成分処理中には、そのときの注目画素データDXが劣勢シンボルであるか優勢シンボルであるかをあらわす画素種別データDPを、状態確率統計部7に出力する。

【0143】ここで、データ参照部4が用いるテンプレートは、図4に示したと同じJBIGデフォルト3ラインテンプレートであるので、注目画素Xについて、参照画素A～Jの10個の参照画素が抽出され、その抽出された参照画素の10ビットのデータが、参照画素データDRとしてそれぞれ算術符号器9に出力される。

【0144】状態確率統計部7は、R成分の符号化処理時について、ビットプレーン毎に、各コンテキストについて劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数を計数し、劣勢シンボルと優勢シンボルの出現回数の総和を算出し、その総和の値で劣勢シンボルの出現回数を割り算して、おのおののコンテキストについての劣勢シンボルの出現確率を算出するものであり、その算出結果は、状態確率統計データSPとしてビットプレーン毎に符号化判定部10に出力される。

【0145】符号化判定部10は、状態確率統計部7より入力される状態確率統計データSPに基づき、符号化処理するビットプレーン数を判定するものであり、その判定結果は、符号化プレーン数データSNとして符号作成部30に出力される。

【0146】符号作成部30は、符号化判定部10より加えられる符号化プレーン数データSNに基づき、符号化処理するプレーン数を判定し、算術符号器9から色成分毎に順次加えられる符号データCXに対応したカラー多値符号データCDcを形成するものであり、そのカラー多値符号データCDcを次段装置に出力する。

【0147】したがって、本実施例では、各色成分についての符号化処理を1つの符号化手段により実現しているので、装置コストを低減することができる。

【0148】なお、上述した実施例では、算術符号化時にJBIGデフォルト3ラインテンプレートを用いて符号化しているが、それ以外の適宜なテンプレート（例えば、浮動参照画素を画像内容によって最適な状態に移動するアダプティブテンプレート等）を用いることができる。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、原画像の種別に応じて符号化されるビットプレーン数を制御するので、画像に応じた最適な符号化処理を実現することができるという効果を得る。また、原画像が文字画像であると判定できたときには、最上位ビットのビットプレーンのみを符号データとして作成するので、文字画像の符号化圧縮率が非常に大きくなるという効果を得

る。また、原画像を文字画像として判定する方法として、文字画像の特徴に対応した所定の状態の劣勢シンボル出現確率が所定値よりも小さくなっているときに原画像が文字画像であると判定する方法、または、劣勢シンボルの出現確率がいずれかの状態に偏っているときには、その処理対象の画像が文字画像であると判定する方法を用いているので、実験結果に即した確実性の高い画像判定を行うことができるという効果も得る。

【0150】また、原画像が写真画像の場合には、画像の内容がノイズ状になるまでの上位ビットプレーンのみを符号データとして作成し、符号化効率の悪いノイズ状の下位ビットプレーンの符号データを作成しないので、符号化圧縮率を大幅に向上することができ、かつ、再生画像の画質を良好にすることができるという効果を得る。

【0151】また、カラー多値画像データを符号化するとき、その画像の内容に応じたビットプレーン数の符号データを形成しているので、画像に応じた符号化圧縮率の高い符号化処理を実現することができるという効果を得る。

【図面の簡単な説明】

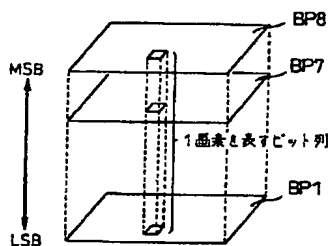
【図1】多値画像をビットプレーン方式で符号化するときの説明図。

【図2】符号化シンボル系列0100を対象とした2値算術符号化の一例を説明するための概略図。

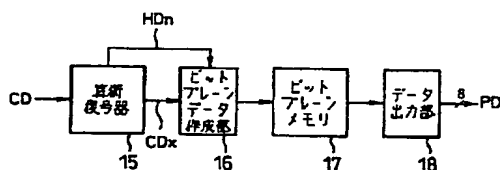
【図3】QM-coder方式の符号化復号化処理の一例を説明するためのフローチャート。

【図4】予測符号化処理に用いる用いるテンプレートの

【図1】



【図9】



一例を示した概略図。

【図5】本発明の一実施例にかかる多値符号化装置の一例を示したブロック図。

【図6】多値符号データの一例を示した概略図。

【図7】符号化判定部の処理の一例を示したフローチャート。

【図8】符号化判定部の処理の他の例を示したフローチャート。

【図9】多値復号化装置の一例を示したブロック図。

【図10】本発明の他の実施例にかかるカラー多値画像符号化装置の一例を示したブロック図。

【図11】カラー多値符号データの一例を示した概略図。

【図12】カラー多値符号データを復号化するカラー多値画像復号化装置の一例を示したブロック図。

【図13】本発明のさらに他の実施例にかかるカラー多値画像符号化装置の他の例を示したブロック図。

【符号の説明】

2, 2 r, 2 g, 2 b, 2 9 ビットプレーン展開部

3, 3 r, 3 g, 3 b ビットプレーンメモリ

4, 4 r, 4 g, 4 b データ参照部

5 算術符号エンジン

6 確率評価器

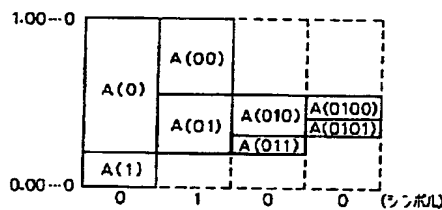
7 状態確率統計部

8, 2 2, 3 0 符号作成部

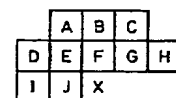
9, 9 r, 9 g, 9 b 算術符号器

10 符号化判定部

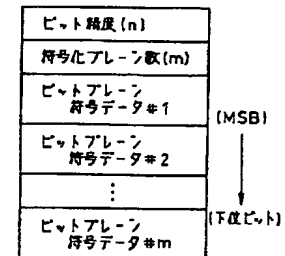
【図2】



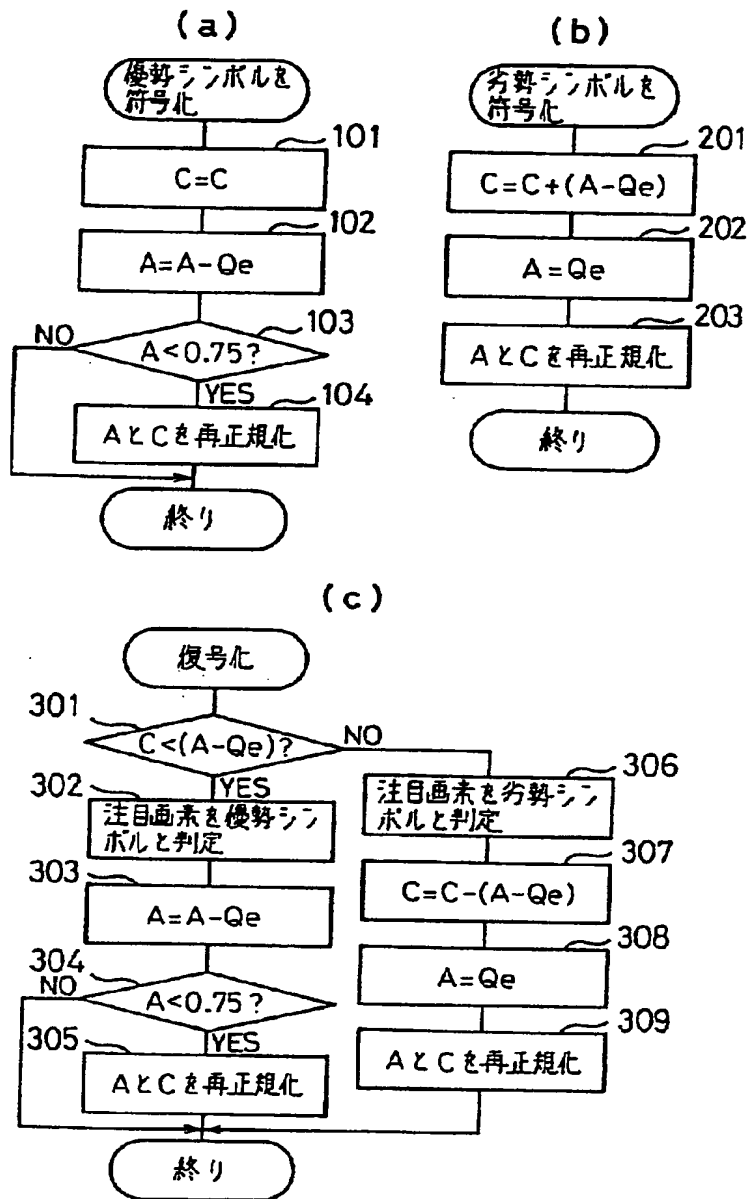
【図4】



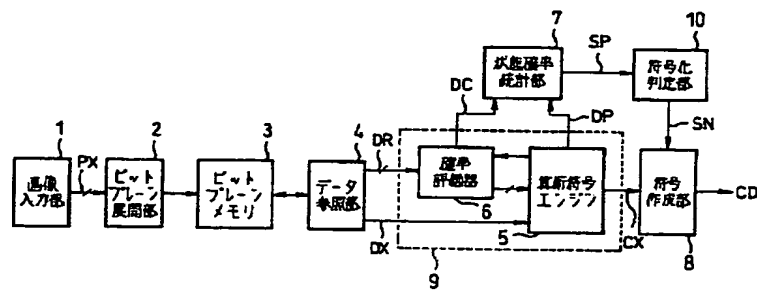
【図6】



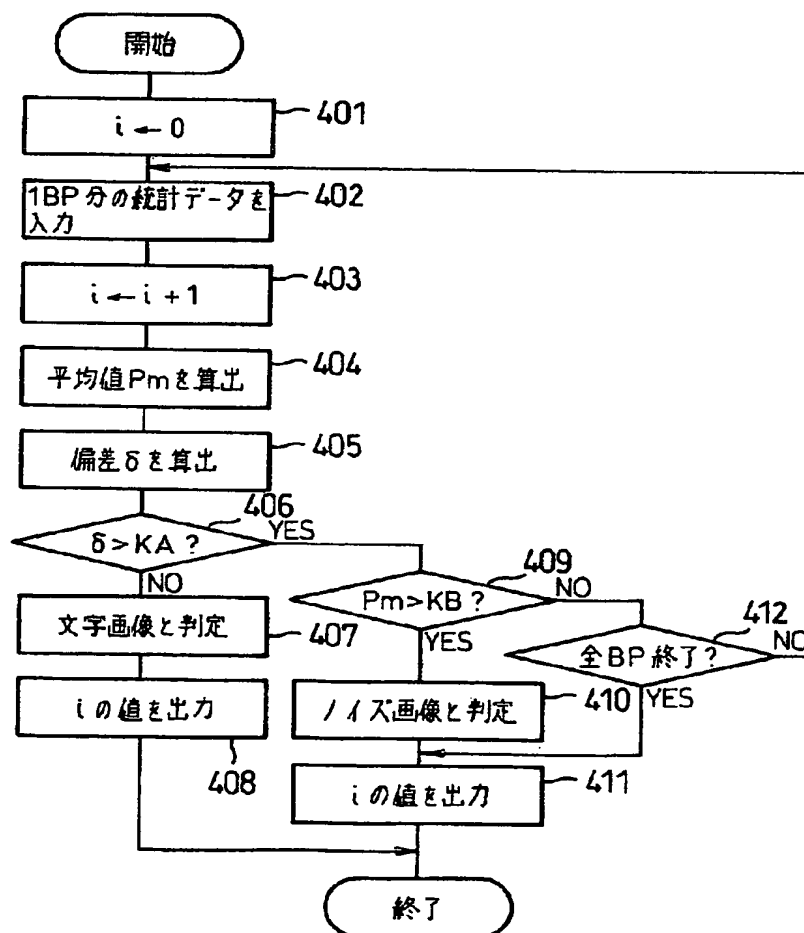
【図3】



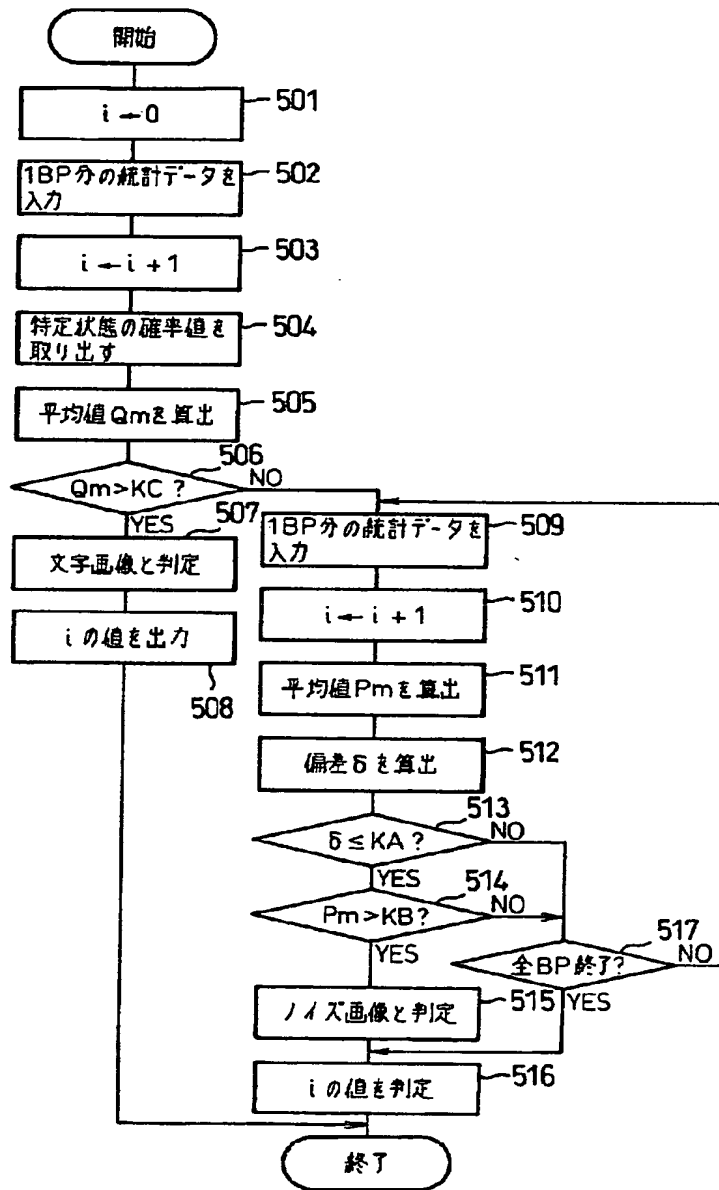
【図5】



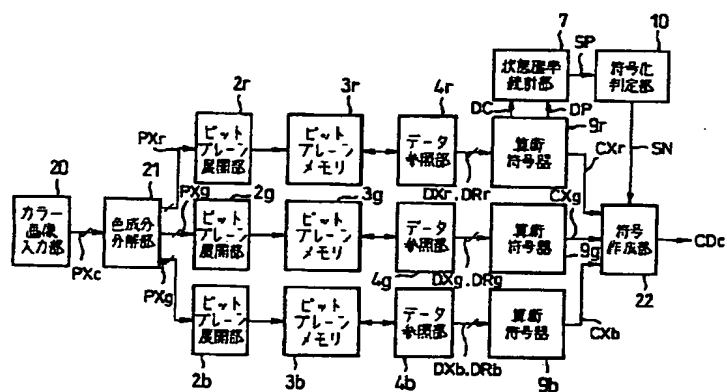
【図7】



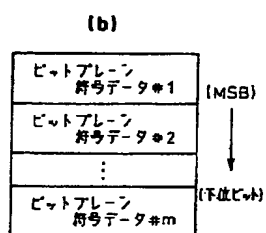
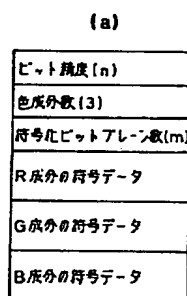
【図8】



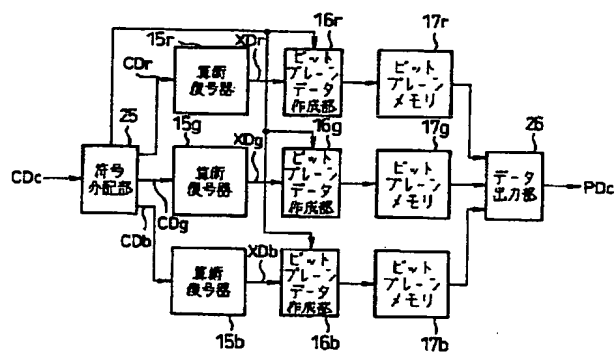
【図10】



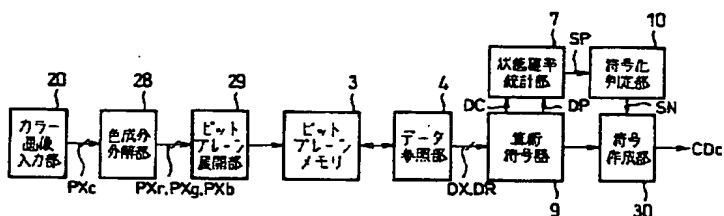
【図11】



【図12】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.